رقم ٣ـ٥/١٩٥١

جمعية المهندسين الملكية المصرية

٢٨ شارع الملكة بالقاهرة — تاسست في ٣ ديسمبر سنة ١٩٢٠

المواصـــــفات القياســـــية المصرية

مواد البنـاء

الاجيار

طبعت بالقاهرة

بمطابع سكك حديد وتلغرافات وتليفونات الحكومة المصرية

سنة ١٩٥٢

رقم ٣ـ٥/١٩٥١

جمعية المهندسين الملكية المصرية

٢٨ شارع الملكة بالقاهرة — تأسست في ٣ ديسمبر سنة ١٩٢٠

المواصـــــفات القياســـــية المصرية

مواد البنـاء

الاحجار

طبعت بالقاهرة

بمطابع سكك حديد وتلغرافات وتليفونات الحكومة المصرية

ســنة ١٩٥٢

فهرس

صحيفه

الباب الأول :

أجيار هوائية (التعريف) ١
اشتراطات التوريد والاختبار والخواص الفنية ٢ و ٤
أجيار مائية (التعريف) ٣

الباب الثاني :

طرق اختبار المواد اللاحمة : الأجيـار .. ٥
نعومة الطحن والنـاتج ٦
ثبـات الحجم ٧
الاختبار بالماء السـاخن ٧
تجربة لوشاتيلييه ٧
الشـك ٨
المقاومة الميكانيكية .. .. ٩ و ١٢
عمل وحفظ القوالب المنشورية الشكل ١٠

الباب الثالث :

التعبئـة والوزن ١٢
طريقة أخـذ العينات ١٣
جـدول « ا » ١٣

جمعية المهندسين الملكية المصرية
لجنة مواصفات مواد البنـاء

مواصفات الأجيار

البـاب الأول

التعريف والاشتراطات المطلوبة في التوريد والاختبار

والخواص الفنية للمواد اللاحمة في المون

١ — أجيار هوائية: (غير هيدروليكية)

(الف) التعريف

١ — الأجيـار الهوائية (الدسمة وغير الدسمة) هي ما تنتج من تكليس الأحجار الجيرية بالتسخين عند درجة حرارة أقل من درجة حرارة تزججها ثم تحويلها الى مسحوق بواسطة الاطفاء بالماء .

٢ — تصنع الأجيار الدسمة من تكليس الأحجار الجيرية بالحرق ، ويجب أن تحتوي على أكثر من ٩٠ ٪ أكسيد كلسيوم «كا ا» وتتفكك أي تزداد حجماً عند اطفائها بالماء أو ببخار الماء مولدة حرارة ، وتؤول الى مسحوق دقيق ﻟـهيدرات كلسيوم ـه كا (ا يد)٢» .

٣ ـ يتحول الجير الحي ـ أكسيد كلسيوم «كا ا» أثناء الاطفاء أولا الى هيدرات كلسيوم « كا (ايد)٢ » على شكل مسحوق مولدة كثيرا من الحرارة مصحوبة بزيادة في الحجم للتفكك ، واذا استمر رش الماء فان الناتج يكون عجينة لينة ناعمة (طريقة الاطفاء الرطب) ، وتتحول أخيرا الى جير «لباني» .

٤ ـ تتجمد مونة الجير الهوائي نتيجة لجفاف جزئي ، ثم تتجمد ببطء من الخارج الى الداخل بامتصاصها حامض كربونيك من الهواء . وتتفتت مونة الجير الهوائي اذا ما عرضت لتأثير رطوبة قوية أو غمرت بالماء .

٥ ـ تصلح الأجيار الهوائية لتحضير مونة الطلاء ومون البناء الاعتيادية ، وتستعمل أيضا في تركيب المون ذات الخامات المائية .

(ب) اشتراطات التوريد والاختبار والخواص الفنية

يجب استكمال الشروط الآتية :

٦ ـ يجب أن يكون الجير الحي مطفئاً قبل الاستعمال بمدة كافية لتبريده ، وأن تتوافر فيه صفات التجانس والاندماج والليونة ، وأن ينخل قبل الاستعمال في منخل فتحة عيونه من ١ ١/٢ ـ ٢ ملليمتر .

يجب أن يكون الجير ثابتا في الحجم .

٧ ـ تختلف كثافة الجير الدسم «هيدرات كلسيوم» ـ من ٢٫٣٠ الى ٢٫٤٥ ووزن وحدة الأحجام من المادة وهي غير مضغوطة من ٠٫٦٠ الى ٠٫٧٥ كجم للديسيمتر المكعب .

٨ ـ ما يتبقى من الجير على المنخل القياسي البريطاني رقم ٧٥ يجب أن لا يتعدى ٥ ٪ من الوزن .

٩ ــ اذا صنعت طوبيات منشورية الشكل مقاساتها ٤ × ٤ × ١٦ سم من مونة (١ جير : ٣ رمل بالوزن) قابلة للتشكيل باضافة من ١٤ـ ١٦ ٪ من وزنها ماء وتجمدت في هواء درجة رطوبته النسبية أكثر من ٧٠ ٪ وحرارته ١٥° مئوية فيجب أن تكون قوة مقاومتها الميكانيكية بعد ٢٨ يوما كالآتي :

مقاومة الانحناء ٥ كجم/سم٢

مقاومة الضغط ١٠ كجم/سم٢

المسموح : ± ١٠ ٪

١٠ ــ تسمى زيادة الحجم الآتية من اطفاء الجير (بسبب التفكك) بالناتج، ويصل هذا عادة الى :

١¼ ـ ٢ من الحجم الأصلي للأجيار غير الدسمة

٢ ـ ٣½ من الحجم الأصلي للأجيار الدسمة

---

٢ أجيار مائية (هيدروليكية)

(الف) التعريف

١ ــ الأجيار المائية هي ما تنتج من تكليس الأحجار الطفلية أو الرملية (السيليسية) عند درجة حرارة أقل من درجة حرارة تزججها واطفائها بالماء أو ببخار الماء وطحنها بعد ذلك حتى تصير مسحوقا دقيقيا .

٢ ــ يتحول الجير الحي باطفاء المواد المكلسة (المحروقة) الى هيدرات كلسيوم مسحوقة ، ويجب أن تكون الأجيار المائية بعد الاطفاء على شكل دقيق ، وتطحن اذا لزم الأمر ، ويكون مقدار العناصر المائية وفقا لحالة المادة الخام الكيميائية والطبيعية ودرجة حرارة الحريق .

(ب) اشتراطات خاصة بالتوريد والاختبار والخواص الفنية

يجب استكمال الشروط الآتية :

٣ — يكون لون الجير المائي أصفراً قاتماً ضاربا الى اللون الرمادي أو الأحمر البني ، ومن خواصه التجمد في الهواء وتحت الماء بدون تغيير في الحجم ، ويجب أن يتحمل تجربة «لوشاتيلييه» للثبات بحيث لا تتعدي زيادة البعد بين نهايتي المؤشرين عن ١٠ ملليمترات .

٤ — تكون مدد الشك عند درجة حرارة ١٥° مئوية كالآتي :

الشك الابتدائي : غير ملحوظ قبل ساعتين

الشك النهائي : غير ملحوظ قبل ١٥ ساعة

ويجوز أن تكون نهاية الشك قبل ذلك حسب تأثير التركيب الكيميائي للجير .

٥ — اذاصنعت طوبيات منشورية الشكل مقاساتها ٤ × ٤ × ١٦ سم ووزن كل منها ٥٥٥ جراما من مونة (١ جير : ٣ رمل بالوزن) قابلة للتشكيل وتجمدت تحت ماء درجة حرارته ١٥° مئوية فيجب أن تكون قوة مقاومتها الميكانيكية بعد مضي ٢٨ يوما كالآتي :

مقاومة الانحناء ٨ كجم/سم٢

مقاومة الضغط .. .. ٣٠ كجم/سم٢.

المسموح : ± ١٠٪

وتحسب اضافة الماء بواسطة المعادلة الآتية :

ماء ٪ = ن/٥ + ٥ر٦ (ن = النسبة المئوية لماء الخلط في العجينة العيارية)

٦ — يجوز استعمال الجير المائي في المباني المعرضة للهواء أو المـاء بحيث لا تتعرض في بدء تجمدها الى جهد عال أو للصقيع • وفي المنشـآت المائية لا يجب استعمال الجير المائي الا اذا كان تعرضه لتأثير المياه مسبوقا بتجمده لمدة كافية في الهواء

٧ — متوسط الكثافة ٢٫٧٠ ووزن وحدة الأحجام من المادة وهي غير مضغوطة هو ٠٫٩٠ كجم للديسيمتر المكعب •

٨ — قد يصل مقدار الفقد بالحريق والمواد التي لا تذوب الى ٢٠ ٪ من الوزن •

٩ — لا يجوز أن يكون المتخلف على المنخل القياسي البريطاني رقم ٧٥ أكثر من ٦ ٪ من الورن •

١٠ — تتميز الأجيار المائية العالية عن الأجيار المائية الاعتيادية بطبيعة المواد الخام وبزيادة المقاومات الميكانيكية •

١١ — مقاومات المونة العيارية في الأجيار المائية العاليـة مقـدرة كمـا في الأجيار الهوائية (ينظر بند ٥) تصل في المتوسط بعد ٢٨ يوما الى القيم الآتية :

مقاومة الانحناء	١٥ كجم/سم٢
مقاومة الضغط	٦٠ كجم/سم٢
المسـموح : ± ١٠ ٪	

البـاب الثاني

طرق اختبار المواد اللاحمة : الاجيار

تفحص المواد المرسلة للاختبار عند توريدها :

يذكر في تقرير الاختبار مطابقة المواد للمواصفات أو عدم مطابقتها موضحا فيه الاشتراطات الاجبارية التي لم توف في المادة •

مادة اللحام المختبرة مطابقة للمواصفات المصرية
مادة اللحام المختبرة غير مطابقة للمواصفات المصرية مثلا فيما يتعلق بنعومة الطحن

ويشمل فحص الخواص الفنية لمادة اللحام التي في جدول «١» الذي يحوي عمليات الاختبار العياري وينص على :

١ ـ الاشتراطات التي يجب أن توفي عند التوريد كما في «الف»

٢ ـ الاختبارات التكميلية وهي معلومات اضافية لازمة لتوجيه المهندس المختص لمعرفة صفات أخري مهمة للمادة ،

(الف) نعومة الطحن والناتج

يجب أن تراعى نعومة الطحن الخاصة بأنواع الأجيار .

المتبقي (المتخلف) الذي يعبر به عادة عن نعومة الطحن في المادة يقدر بواسطة المنخل القياسي البريطاني رقم ٧٥

يؤخذ مقدار ١٠٠ جرام من المادة لاختبار النخل ، ويجري الاختبار مرتين .

ولتقدير الناتج يحول الجير الحي الى مسحوق حتى يمكن نخله بالمنخل القياسي البريطاني رقم ٧٥ ، ثم يقدر وزن وحدة الأحجام من المادة غير مضغوطة ويطفأ الجير في جورة مبطنة ببلاطات حرارية . يضاف الماء حتى يصير سطح الجير المطفأ لامعاً دهني المنظر ، وبعد مضي ٢٤ ساعة يقدر وزن وحدة الأحجام من الجير المطفأ .

والنسبة بين وزن وحدة الأحجام من الجير المطفأ وبين وزن وحدة الأحجام من الجير الحي هي ما تمثل «الناتج» .

(ب) ثبات الحجم

يجب أن تكون الأجيار ثابتة .

يجري اختبار ثبات الحجم في الأجيار بواسطة الماء الساخن الذي يحدد القابلية للتمدد .

(الف) الاختبار بالماء الساخن

تعمل كرات من مونة عيارية بحيث يكون قطر كل كرة من ٤ الى ٥ سم ، تدحى هذه الكرات على راحة اليد ، ولتجنب أي فقد سابق لأوانه من ماء الخلط وذلك بتأثير تيارات الهواء أو بفعل أشعة الشمس تحفظ هذه الكرات في وعاء أو في خزانة حيث تكون الرطوبة ٩٠ ٪ ، وبعد ٧ أيام (٧ × ٢٤ ساعة) للأجيار المائية ، وعلى العموم بعد انتهاء الشك تؤخذ الكرات وتوضع في حمام مائي في درجة الحرارة المعادة ، ويسخن الحمام تدريجيا حتى تصل درجة الحرارة الى ٥٠° مئوية مع مراعاةالوصول الىدرجة الحرارة هذه في مدي ساعة واحدة ، وبعد ابقاء الكرات في الماء الساخن ثلاث ساعات ترفع من الماء وتفحص ، فاذا وجد بها تفتت وتشقق أو أنها أصبحت لينة أو هشة عرف انها تحوي كميات مضرة من مواد قابلة للتمدد .

الأجيار التي من هذا النوع يجب عدم استعمالها في المنشآت .

(ب) تجربة لوشاتيلييه :

توضع القوالب الاسطوانية — وهي قوالب مشقوقة شقا واحدا رأسيا — فوق ألواح من الزجاج ، وتملأ تماما بمونة عيارية طازجة ، بحيث لا ينفتح شق الاسطوانة

بأكثر من ملليمتر واحد أثناء الملء (شكل ١و٢) ثم تغطى القوالب بألواح أخرى من الزجاج وتوضع رأسا في ماء في درجة ٢٥° مئوية ثم تقاس مسافة الانفراج بين المؤشرين بدقة ويوضع ثقل خفيف فوق ألواح الزجاج مدة غمر القوالب في الماء وبعد ٧ أيام (٧ × ٢٤ ساعة) يقاس انفراج المؤشرين وترفع القوالب من الماء . وقبل أن توضع القوالب في حمام مائي – مع ملاحظة أن يكون اتجاه المؤشرين الى أعلى – في درجة حرارة الهواء العادية تقاس مسافة الانفراج ، ثم يسخن الحمام تدريجيا حتى تصل حرارته الى ٥٠° مئوية ، ويجب أن يصل الى هذه الحرارة بعد ساعة ، وتبقى القوالب في هذه الحرارة لمدة ساعتين ثم ترفع القوالب من الماء ويقاس انفراج المؤشرين في الحال .

ومجموع زيادة المسافات بين المؤشرين مدة وجود القوالب في الماء ومدة وجودها في الحمام الساخن لا يجب أن يتعدي ١٠ ملليمترات .

ويؤخذ المتوسط الحسابي لمسافات الانفراج لثلاث قوالب من العينة على الأقل .

(ج) الشك

المواد اللاحمة المائية – الأجيار

تكون المواد اللاحمة المائية ذات شك سريع أو ذات شك بطيء .

يكون الشك سريعا اذا تم في مدي ساعتين ، ويكون بطيئا اذا زاد الوقت عن ذلك ، ويقدر الشك بواسطة المونة العيارية .

ولتقدير كمية الماء اللازمة لخلط المونة العيارية يستعمل جهاز «فيكات» ، وهو عبارة عن اسطوانة معدنية قطرها ١٠ ملليمترات ووزنها مع حاملها ٣٠٠ جرام ، والقالب الذي توضع فيه المونة من الأبونيت أو من النحاس الأصفر ، وهو مخروطي الشكل وارتفاعه ٤ سم وقطره ٨ سم ، وموضوع فوق لوح من الزجاج :

تخلط المونة جيدا بواسطة مسطرين مدة دقيقة واحدة ، ثم يضاف الماء الكافي الى ٤٠٠ جم من الأجيار المائية التي يراد اختبارها لتصبح قابلة للتشكيل ، ويمكن ملء القالب بها دون هزه ، وبعد تسوية سطح العجينة تدلي الاسطوانة باحتراس حتى تلامس السطح ، ثم تترك لتهوي مخترقة العجينة . واذا ما توقفت عند ٤ ملليمترات من قاع القالب اعتبر مقدار الماء اللازم للعجينة عياريا .

ولتقدير مدة الشك يستعمل نفس الجهاز ، ولكن باستعمال ابرة قياسية وزنها مع حاملها ٣٠٠ جم وقطر قطاعها ١ ملليمتر مربع .

ويعرف «ابتداء الشك» بمدي الوقت المحسوب ابتداء من اضافة الماء الى وقت وقوف الأبرة على بعد ٤ ملليمترات من قاع القالب .

ولتقدير زمن الشك النهائي يقلب القرص وتدلي الأبرة القياسية ببطء على سطحه الأعلى ، ويعتبر الشك نهائيا عند ما لا تترك الأبرة أثرا على هذا السطح . والزمن اللازم لذلك محسوبا من ابتداء الخلط بالماء يسمى زمن الشك النهائي .

يتأثر وقت الشك بحرارتي الهواء وماء الخلط ، ولذا يجب اجراء الاختبارات في درجة حرارة بين ١٥ ــ ٢٠° مئوية ، ويلاحظ دائما أن يكون ملء القوالب للتجارب قبل ابتداء الشك .

(د) المقاومة الميكانيكية

المواد اللاحمة المائية ــ الأجيار

١ ــ تحضير مونة عيارية :

أولا ــ الرمل العياري : يجب أن يكون الرمل المستعمل نظيفا مغسولا مجففا ، وأن يمر من المنخل القياسي البريطاني رقم ١٨ ولا يزيد المتخلف منه على المنخل القياسي البريطاني رقم ٢٥ بأكثر من ١٠ ٪ من وزنه وان تكون كثافته ٢٫٦٥ كجم/ديسمتر مكعب .

ثانياً — كمية الماء العيارية للخلط : تكون المونة العيارية قابلة للتشكيل . وتعمل المونة من جزء من مادة الجير وثلاثة أجزاء من الرمل العياري بالوزن ، ويضاف الى ذلك الماء بنسبة $\frac{ن}{٥}$ + ٥ر٦ ٪

بحيث ان ن = النسبة المئوية للماء اللازم لعمل مونة عيارية كما سبق شرحه .

ثالثاً — المونة العيارية :

تخلط وتعجن كمية المونة العيارية اللازمة لعمل ٣ قوالب منشورية الشكل من :

جير	٤٠٠ جرام
رمل عياري	١٢٠٠ جرام
مخلوط جاف	١٦٠٠ جرام

يخلط الجير والرمل مدة دقيقة ثم يضاف اليهما الماء ويخلط الجميع مدة دقيقتين

٢ — عمل وحفظ القوالب المنشورية الشكل :

أولا — تعمل قطع الاختبارات في قوالب من الحديد لكل قالب ٣ أو ٦ أقسام يمكن فكها بسهولة (شكل ٤ و٥) ، ولتجنب التصاق المونة بالقالب يزيت هذا قبل تركيبه .

ولعمل كل قطعة اختبار توزن كمية محدودة من المونة ، كما يلاحظ فيما بعد ، ثم تدك على ثلاث طبقات بواسطة مدقة من النحاس وزنها كيلوجرام ومساحة قاعدتها ٥ر٣ × ٥ر٣ سم ، بحيث يملأ قسم القالب بالمونة ويزيد عند الحوافي قليلا ، ثم تسطح المونة بواسطة مسطرة من الحديد وتضغط بخفة ، هذا مع العلم بأنه لا يجب أن تخرج كمية كبيرة من الماء عند قاعدة القالب أثناء عملية الدك ، ولكن يجوز أن تظهر بضع قطرات من الماء تتشربها المونة بعد قليل من الوقت .

ثانياً ــ حفظ قطع الاختبارات : تبقى قطع الاختبارات مدة من ١٦ الى ٢٤ ساعة في القالب المعدني ، الذي يجب أن يوضع في مكان تكون رطوبته النسبية ٩٠٪ ، ثم تفك من القوالب ، وتوضع فوق ألواح من الحديد وتحفظ في مكانها الرطب الى نهاية المدة (٧ × ٢٤ ساعة) من ابتداء عمل الخلطة ، ثم تغمر قطع الاختبار في ماء درجة حرارته من ١٥ــ٢٠° مئوية ، وترفع رأسا لتختبر بعد ٢٨ يوماً .

تسجيل الوزن لكل قطعة اختبار قبل اجراء تجربة المقاومة يساعد على ملاحظة مقدار الدقة في صنع قطع الاختبار .

ثالثاً ــ اجراء تجارب المقاومة : لتجربة الانحناء يستعمل جهاز « ميكايلس » Michaelis أو أي جهاز آخر على أن يكون تحميل قطع الاختبار بحيث يكون سطح الدك جانبيا ، وأن يكون سطحا الارتكاز مستديرين ، والمسافة بينهما ١٠ سم ، وأن يكون محور التحميل مستديراً أيضاً ، وفي نصف المسافة بين نقطتي الارتكاز ، ونحسب مقاومة الانحناء وفقا للمعادلة :

مقاومة الانحناء = (ثقل × ١٠) / ٤ × ٦ / ٦٤ = ٠ر٢٣٤ × حمل الكسر (كجم/سم٢)

وبعد اختبار الانحناء يوضع قسما قطعة الاختبار بعد كسرها الواحد بعد الآخر تحت آلة ضغط بين لوحين من الصلب مقاس كل منهما ٤ × ٤ سم ، بحيث يكون جهد الضغط واقعاً عموديا على طبقات الدك .

تكون المدة لكل من اختباري الضغط والانحناء ٣٠ ثانية تقريبا .

ويحسب التقدير النهائي بأخذ متوسط كل من الثلاث نتائج لتجارب الانحناء والثلاث نتائج لتجارب الضغط .

تقدير المقاومة الميكانيكية للأجيار الهوائية

يعمل تقدير المقاومة الميكانيكية للأجيار الهوائية على قطع اختبار منشورية الشكل مقاساتها ٤ × ٤ × ١٦ سم، ويجري الاختبار بنفس الطريقة المتبعة في المواد اللاحمة المائية .

ولعمل قطع الاختبار تستعمل مونة مكونة من جزء من الجير المطفأ وثلاث اجزاء من الرمل بالوزن ، ويكون الرمل مدرجا كالرمل العياري كما تقدم .

تخلط المواد على الجاف مدة دقيقة ، ثم يضاف الماء اللازم للخلطة للحصول على عجينة قابلة للتشكيل ، وتكون اضافة الماء بنسبة من ١٤ـ١٦٪ من الوزن الكلي للمواد الجافة .

تحفظ قطع الاختبار في هواء رطب (الرطوبة النسبية ٧٠٪ والحرارة من ١٥ـ٢٠° مئوية) .

البـــاب الثالث

(الف) التعبئة والوزن

١ — يجب أن يكون الوزن القائم للأجيار المعبأة في شيكارات ٥٠ كجم لكل شيكارة ، واذا كانت العبوة — لأمر ما — مختلفة عن ذلك ، فيجب ذكر الوزن القائم موضحا عليها .

٢ — لا يجب أن يكون هناك ثمة محل للشكوي الا اذا تعدي النقص أو التلف بمقدار ٢٪

٣ — يجب أن يذكر على العبوة اسم المصنع ، وكذلك ماركته المسجلة ، وأن يكون اسم المادة ظاهراً واضحاً .

(ب) طريقة أخذ العينات

يجب أن تجري تجارب الاختبار على الأجيار بعد استلامها في الحال ، وان تعذر ذلك ففى مدي ٢٨ يوما ، ويجب أن تبقى المواد خلال ذلك محفوظة في مكان جاف، كما يخطر معمل التجارب بالمعلومات الضرورية الخاصة بطبيعة ومصدر الأجيار.

ويجب أن تكون العينات المرسلة للاختبار موردة في عبـوة المصنع الأصليـة (الشيكارة أو الكيس) ، وتكون الشيكارات التي من الورق موضوعة في شيكارة من الخيش .

وقد يسمح بارسال عينات وزن ٦ كجم على الأقل في علب معدنية مقفولة قفلا جيدا . وفي هذه الحالة يكون أخذ العينة بحضور الطرفين ، أو بمندوب عن كل منهما، ويعمل محضر رسمي لذلك ، ويراعى عند أخذ العينات أخذها باجزاء متساوية من جوانب ومن وسط الشيكارة .

جـدول « ١ »

(الف) التجارب التي يجب عملها على الأجيار

الأجيـار الهوائية :

١ — تقدير المواد الغريبة الطبيعية	٢ — ثبات الحجم

الأجيـار المـائية :

١ — ثبات الحجم	٤ — تجربة الشك
٢ — تجربة الأختبار بالماء الساخن	٥ — « المقاومة الميكانيكية
٣ — « لوشاتيليه	

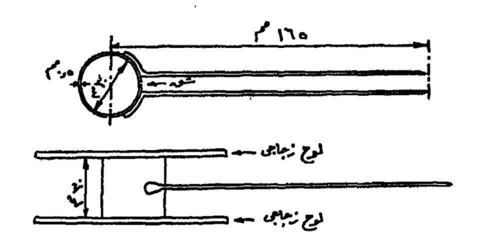
(ب) تجارب تكميلية

الأحجار الهوائية :

١ — النعومة
٢ — مقدار الناتج
٣ — المقاومة الميكانيكية
٤ — الوزن النوعى
٥ — الكثافة الظاهرة
٦ — اللون

الأحجار المائية :

١ — تقدير المواد غير الذائبة
٢ — « الفقد بالحرارة
٣ — النعومة
٤ — الوزن النوعى
٥ — الكثافة الظاهرة
٦ — اللون



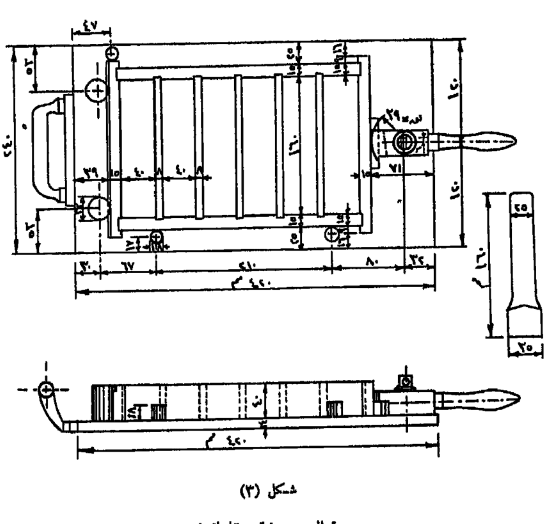
شكل (١)

جهاز لوشاتيليه لتجربة الماء الساخن



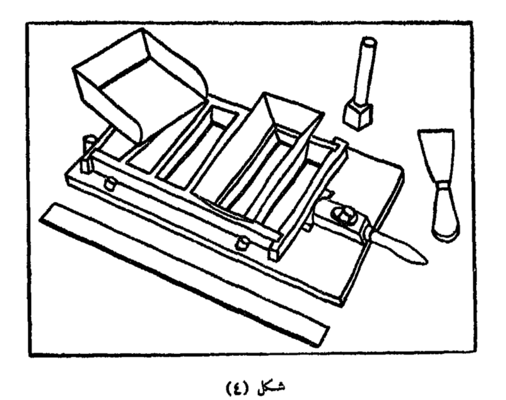
شكل (٢)

جهاز لوشاتيليييــــه



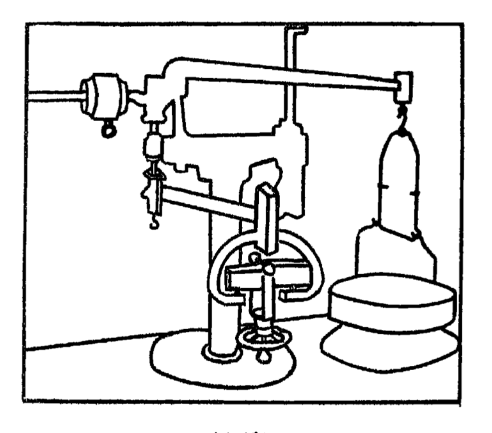
شكل (٣)

قوالب معدنية ومقاساتها



شكل (٤)

قالب لعمل ستة قطع اختبار وأدواته



شكل (٥)

جهـــاز ميكايلس

مطابع السكك الحديد - ١٧٢١ - ١٩٥٢ - ١٢X٨١٥

مطابع السكة الحديد -١٧٢١-١٩٥٢-١٢X٨١٥